

RIZIKOVÁ ANALÝZA JAKO ALTERNATIVNÍ ROZHODOVACÍ METODA
RISK ANALYSIS AS ALTERNATIV DECISION METHOD

Abstract

The paper is oriented on practically usage of method UMRA (Universal Matrix of Risk Analysis) at decision making at process for maintenance residential housing locality Nová Osada, city Ostrava. The paper coming - out from practically example, which had been analysis for Office in Ostrava. The aimed was select acceptable housing for redevelopment and prepare their mark of this buildings, because redevelopment is not acceptably from reason economically and this qualification will be provide to house demolishing.

Key words: risk analysis, residential house

Úvod

Rozhodnout kvalifikovaně o stavebně technickém a statickém stavu objektu lze různě z pohledu určitého stupně znalostí věci, tedy informací o předmětné stavbě. Zatímco přesného výsledku lze docílit po zhotovení projektové dokumentace a návazně pak po vyhotovení položkového rozpočtu, orientační stanovisko může být výsledkem například vizuální prohlídky na místě samém. Platí přitom zásada, že přesné stanovisko je z ekonomického pohledu velmi náročné. Provedení projektu a následně rozpočtu pro případnou sanaci objektu reprezentuje mimo jiné stavebně technický a statický průzkum doprovázený provedením sond a laboratorních zkoušek vlastností a pevností stavebního materiálu. Naproti tomu „velmi levně“ vyjde posouzení na základě prohlídky, kdy je uplatněno zejména zkušeností toho, kdo prohlídku (a následně vyhodnocení) provádí a pozorovatelných průvodních znaků poruch stávajícího objektu.

Jednou z univerzálních metod používaných pro rozhodování je riziková analýza [1]. Jedná se o metodu, kterou podvědomě užíváme v běžném každodenním životě všichni – podle svého zaměření v různých podobách a různém rozsahu. Stavebnictví není výjimkou, přičemž pro vyhodnocení je pak volena vhodná metoda [1]. V popisovaném případě se v zásadě jedná o metody SAFMEA (Statistická vícekritériální analýza způsobů a následků poruch) nebo UMRA pracující pomocí univerzální matice rizikové analýzy. Za zmínku snad ještě stojí skutečnost, že oblast rizikové analýzy, jako součást rizikového inženýrství, je nejvíce propracována v bankovníctví.

Požadavek na rozhodnutí o vhodnosti sanace

Zadavatelem posudku, byl stanoven úkol poskytnout technický podklad pro rozhodnutí o vhodnosti sanace skupiny objektů a současně vytipovat objekty, u kterých sanace není ekonomicky odůvodnitelná. Technický podklad je zde zvýrazněn proto, že otázka „vhodnosti“ sanace se stává nejen částečně filozofickou otázkou, ale především je zatížena subjektivním hlediskem s výjimkou technicky přesně definovatelných parametrů a těmi mohou být například laboratorní zkoušky mechanicko fyzikálních vlastností materiálů a následný statický výpočet s návazným ekonomickým vyčíslením nákladů. Zde končí technické rozhodování a nastupuje subjektivní pohled na věc.

¹ Ing. Ph.D., VŠB Technická univerzita Ostrava, Fakulta stavební, L. Poděšť 1875,
708 33 Ostrava-Poruba, tel: +420 596 991 343, (+420 602 778 967), karel.kubecka@vsb.cz

Víme, že technicky možná sanace je v dnešní době pojem opravdu filozofický, neboť technicky je dnes možné sanovat prakticky úplně všechno, jakoukoli konstrukci, v jakýchkoli podmínkách a jakémkoli stavu. Vhodnost sanace je pak otázkou jakési „ceny“ stavby nebo konstrukce a to například ceny historické. Pak ovšem uvádíme, že cena historického díla je nevyčíslitelná a ani v tomto ohledu nemáme k dispozici žádné vodítko. U běžných staveb (ale i u staveb památkově chráněných mající nevyčíslitelnou hodnotu) jsme schopni sanaci (vlastní technicky popsateľný proces sanace) vyjádřit ekonomicky a to ve finančním objemu potřebném k provedení sanace. Toto známe jako pojem „ekonomicky přijatelné náklady“, nebo „ekonomicky odůvodnitelné náklady“. Ovšem i zde se jedná o pojem do značné míry relativní, neboť „ekonomicky přijatelný“ náklad je opět subjektivní pojem. Pro fandu (architekta – památkáře) je tato hladina zcela a mnohdy řádově jiná, než pro majitele staré rozpadající se usedlosti, který na místě staré stavby hodlá vybudovat zcela něco jiného a moderního.

V tomto případě můžeme použít metodu, kterou všichni vlastně důvěrně známe a v každodenním rozhodování používáme v té nejjednodušší formě. V tomto se jedná o 100% subjektivní pohled. Například při přecházení rušné městské komunikace zvažujeme, zda automobily v obou směrech jedou tak rychle, že stihneme přeběhnout na protější chodník, zda uprostřed nezakopneme a nespádneme pod blížící se automobil, zda podátek obuvi neuvízne v mezeře mezi kostkami dlažby, zda nám nespádnou brýle, pro které se budeme muset vrátit, zda... a mnoho dalších vlivů které více či méně mohou připadnout do úvahy v případě rozhodování se, zda přeběhnout na protější stranu.

Metoda „Univerzální matice rizikové analýzy“

Metoda Univerzální matice rizikové analýzy je založena na principu srovnávací logicko-numerické analýzy hodnocení stupně (závažnosti) nebezpečí pro předmětný řešený problém (projekt nebo jeho dílčí část) týmem expertů. Tým expertů hodnotí identifikovanou část problému (projektu), který je vytýčen určitým nebezpečím – rizikem. Počet částí problému hodnocených týmem expertů je libovolná, přičemž různé (nebo i totožné) části mohou být nezávisle řešeny různými expertními týmy s různým počtem expertů.

Cílem této expertní rizikové metody je s co největší přesností poskytnout informaci o zdroji nebezpečí v návaznosti na důsledky jeho vzniku a předpokládané míře jeho výskytu, což přímo souvisí s ekonomickými ukazateli – v případě stavby s investičními náklady nebo finančními náklady na rekonstrukci (sanaci) objektu. Názorně je situaci možno zobrazit jako schéma (viz Obr.1).

Základem je tedy „tým expertů“ vedený rizikovým analytikem, případně několik týmů expertů na různé nebo shodné oblasti dané problematiky.

Tým expertů má několik členů, jejich počet je libovolný dle závažnosti posuzované problematiky. Nejjednodušší varianta je, kdy tým expertů je složen z jediné osoby, která je současně rizikovým analytikem (jak je popsáno výše v případě, kdy se osoba rozhoduje zda přejít komunikaci...).



Obr 1 Týmy expertů

Práce je rozdělena do dvou navazujících etap (Obr 2). Tyto jsou nazvány jako UMRA.1 a UMRA.2. V první fázi (UMRA.1) se rizikový analytik seznámí s projektem, který má řídit a pro který má být provedena analýza rizika na základě definovaného aspektu (kvalitativně definovaného a vymezeného pohledu na projekt). Tímto aspektem může být například „statická způsobilost posuzovaných objektů“.

Dále rizikový analytik seznámí experty expertního týmu s podstatou metody a úkolem metody v rizikové analýze, neboť experti jsou odborníci ve své profesi (v daném aspektu) neznají podrobnosti hodnocení rizik. Osobou znalou je v tomto případě rizikový analytik. Experty je tedy nutno seznámit s minimem informací, což je význam segmentů projektu zvoleného aspektu včetně zásad členění, význam zdrojů nebezpečí včetně zásad členění nebezpečí a zejména pak se způsobem vyplňování formuláře. Můžeme jej zjednodušeně přirovnat k odbornému dotazníku. Otázky vyhodnocování jsou výhradně věci rizikového analytiky, úkolem experta je vyplnění formuláře.

Segmenty projektu (a_i , $i=1, \dots, n_a$) mohou být na sobě existenčně nebo sekvenčně závislé, nemohou být závislé fyzikálně. Nesmí obsahovat další segmenty a nečlení se na další dílčí segmenty [1].

Naopak zdroje (b_j , $j=1, \dots, n_b$) mohou být vzájemně na sobě závislé pouze existenčně a podobně jako segmenty se nečlení na dílčí zdroje a nesmí obsahovat jiné zdroje [1].

Příklad formuláře sestaveného rizikovým analytikem je uveden - Tab 1.

Rizikový analytik nechá tým expertů připomínkovat formulář UMRA (doplnění o další segmenty nebo zdroje, případně zjednodušení vypuštěním některých segmentů nebo zdrojů) a vyhotoví finální verzi formuláře UMRA. Připomínkové řízení může výjimečně mít i několik opakování. Tímto krokem je ukončena první fáze (UMRA.1) analýzy rizika, kterou nazýváme „identifikace ohrožených segmentů a identifikace zdrojů nebezpečí“ [1].

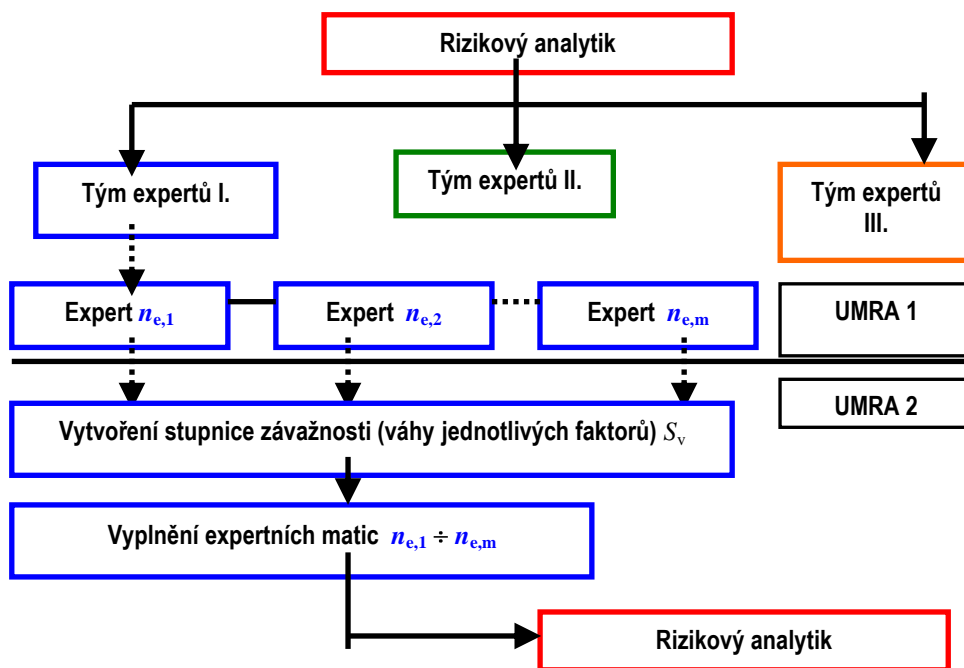
Máme tedy definované segmenty (části hodnocené konstrukce nebo části hodnoceného projektu) i aspekty (to je jednotlivé fáze stavebního procesu ve kterých by mohlo dojít ke zvýšenému výskytu rizika, poruchy a následně kolapsu či ekonomicky neúměrné ztrátě).

Riziková analýza pokračuje druhou fází (UMRA.2). Prvním krokem druhé fáze je úprava stupnice závažnosti nebezpečí Tab 2. Způsob vyplnění expertního formuláře (Tab 1) pak pokračuje jednotlivými experty expertního týmu podle těchto pravidel s tím, že buňka zůstane prázdná a nebo bude vyplněna:

- expert nedokáže nebezpečí korektně hodnotit \Rightarrow prázdná buňka $c_{i,j}$

- ❑ současný souběh segmentu \times zdroje není logicky možný \Rightarrow prázdná buňka $c_{i,j}$
- ❑ současný souběh segmentu \times zdroje je možný \Rightarrow buňka $c_{i,j}$ obsahuje hodnotu S_v viz Tab 2

Toto hodnocení je třístupňové. Expert prvořadě posoudí, zda je vůbec schopen zaujmout k buňce $c_{i,j}$ (Tab 1) nějaké stanovisko. Ve druhé fázi expert kvalifikovaně rozhodne, zda je výskyt nebezpečí možný, to znamená, zda v buňce $c_{i,j}$ je reálný souběh segmentu a zdroje. Třetí fáze je kvantitativní odhad závažnosti nebezpečí S_v , to znamená, že buňka $c_{i,j}$ obsahuje hodnotu S_v . Vyplněný formulář (Tab 1) tvoří expertní matici hodnot S_vE .



Vyhodnocení [1]

Obr 2 Práce týmu expertů při rizikové analýze

Tab 1 Návrh formuláře UMRA

Projekt Aspekt	Obytné domy – Nová Osada, Ostrava								
	Statická způsobilost spodní stavby objektu								
	Zdroje nebezpečí								
	Segmenty projektu	Stav-tech. průzkum	Statický výpočet	PD sanace	Náhradní bydlení	Dodavatelé stav. prací	Technický dozor	Realizace izolací	Realizace nosných kcí
Deska stropu nad 1.PP mezi trámy	$c_{1,1}$	$c_{1,2}$	$c_{1,3}$	$c_{1,4}$					$c_{1,9}$
Deska stropu nad 1.PP ve vetknutí	$c_{2,1}$	$c_{2,2}$							$c_{2,9}$
Trámy stropu nad 1.PP									
Věnc a vetknutí desky									
Betonové stěny suterénu									
Komínová tělesa v suterénu									
Omitky stěn v suterénu									
Podlaha 1.PP (mazanina)	$c_{8,1}$	$c_{8,2}$							
Okenní otvory (sklepní okna)									
Izolace suterénu (vodor. a svislé)									
Expert:	Bonifác Expert			Datum:			32. února 1237		

Expert k ($k=1, \dots, n_e$) vyplnil tedy expertní matici do buněk c_{ijk} , které tvoří stohy C_{ij} hodnot SvE_{ijk} . Některé hodnoty mohou být, jak je výše uvedeno, nespecifikované (prázdná buňka).

Příklad vyplněného formuláře je dále uveden - Tab 3.

Tab 2 Stupnice závažnosti nebezpečí UMRA [1]

Nebezpečí	Realizace nebezpečí	Stupeň závažnosti Sv
nepatrné	Nevyžaduje prakticky žádná opatření, nemá vliv na ceny, lhůty, lze ji zanedbat, přehlédnout	0
malé	Nepodstatný vliv na cenu nebo lhůtu, nevyžaduje více než běžnou opravu (objektu, nebo procesu)	1
střední	Vyžaduje zvýšené náklady na odstranění následků (vícenáklady a nebo z rozpočtové rezervy projektu), nemá vliv na lhůtu, zpravidla bez sankčních opatření (smluvních pokut a podobně)	2
velké	Vyžaduje zásadní změnu projektu, vysoké náklady na sanaci nebo změnu technologických postupů nebo lhůty projektu. Směřuje k uplatnění smluvních pokut a náhrady škody. Může mít za následek „ztrátu důvěry v organizaci“.	3

Tab 3 Návrh formuláře UMRA

Projekt Aspekt	Obytné domy – Nová Osada, Ostrava									
	Statická způsobilost spodní stavby objektu									
	Zdroje nebezpečí									
	Segmenty projektu	Stav-tech. Průzkum	Statický výpočet	PD sanace	Náhradní bydlení	Dodavatelé stav. prací	Technický dozor	Realizace izolací	Realizace nosných kčí	Dokonč. práce
	Deska stropu nad 1.PP mezi trámy	0	0	1	2	2	1	<null>	2	1
	Deska stropu nad 1.PP ve vetknutí	1	0	1	2	2	1	<null>	2	1
	Trámy stropu nad 1.PP	1	0	1	2	2	1	<null>	2	1
	Věnc a vetknutí desky	2	1	1	1	3	1	<null>	2	2

Betonové stěny suterénu	2	1	2	3	3	2	3	3	2
Komínová tělesa v suterénu	3	<null>	2	2	2	1	<null>	2	2
Omítky stěn v suterénu	0	<null>	0	0	0	0	<null>	<null>	1
Podlaha 1.PP (mazanina)	1	<null>	1	1	1	1	2	<null>	2
Okenní otvory (sklepní okna)	1	0	1	1	2	1	<null>	<null>	3
Izolace suterénu (vodor. a svislé)	3	<null>	2	0	3	2	3	<null>	3
Expert:	Bonifác Expert			Datum:			32. února 1237		

Pro každého experta lze stanovit (vypočítat) „individuální součinitel vnímání nebezpečí“

$$Pc_k = \frac{\sum_{ij} Sv_{ijk}^E}{Sv_{\max} \cdot n_{act,k}^E} \quad (1)$$

Sv_{\max} maximální hodnota závažnosti nebezpečí (Tab 2 - $Sv_{\max} = 3$)

\sum

symbol označuje skutečnost, že se neuplatní prázdné buňky expertní matice.

Pro experta $k=1$ (Tab 3) pak vychází z expertní matice (s deseti řádky a devíti sloupci, to je s 90-ti hodnotami) součet závažností:

$$\sum_{ij} c_{ijk} = \sum_{10,9} c_{10,9,1} = 112$$

Patnáct buněk z devadesáti zůstalo nevyplněno (<null>), 75 buněk má reálnou číselnou hodnotu Sv v rozmezí jak uvádí Tab 2:

$$n_{act,k}^E = n_{act,1}^E = 75$$

Pro experta číslo 1 je individuální součinitel vnímání nebezpečí:

$$Pc_k = \frac{\sum_{ij} Sv_{ijk}^E}{Sv_{\max} \cdot n_{act,k}^E} = \frac{112}{3 \cdot 15} = 0,498$$

Pokud expert provede analýzu pro několik srovnatelných projektů (například několik shodných objektů), je možno pro daného experta sestavit pořadí projektů (objektů) a stanovit tak v případě hodnocení stávajících objektů pořadí podle zachovalosti, náročnosti opravy, nebo statického či tavebně technického stavu.

Tab. 4 součinitele vnímání nebezpečí

veličina	tým	expert			
		1	2	3	4
Součet Sv^E	485	112	111	134	128
Počet aktivních buněk	298	75	71	77	75
Maximální možné hodnocení	894	225	213	231	225
Pc_t	0,543				
Pc_k		0,498	0,521	0,58	0,569
Pc_t / Pc_k		1,09	1,042	0,936	0,954

Optimální je vyhodnocení týmu expertů pro hodnocené projekty (objekty), čímž dostaneme podstatně objektivnější hodnocení a tedy i pořadí dle zvolených segmentů a aspektů. Větší tým expertů eliminuje subjektivní náhled jednotlivých členů expertního týmu, který hodnocení provádí.

Vyhodnocení v případě, že expertní tým se skládá z více jak jednoho experta ($k > 1$) může vypadat (pro $k = 4$) například následovně:

Vnímání nebezpečí bylo nejnižší u experta $k = 1$ a nejvyšší u experta $k = 3$.

Analogicky jako individuální součinitel vnímání nebezpečí lze stanovit „týmový součinitel vnímání nebezpečí“ pro stanovení součinitele expertního týmu.

$$Pc_t = \frac{\sum_{ijk} Sv_{ijk}^E}{Sv_{\max} \cdot N_{act}^E} \quad (2)$$

$$N_{act} = \sum_k n_{act,k}^E \quad (3)$$

Přičemž:

Podle jednotlivých uvedených výsledků Pc_k Tab. 4 se sestaví například pořadí sanovaných objektů, ze kterého vyplývá který z objektů je nejvhodnější pro sanaci a

který z nich je určen k demolici. Pokud uvedené výsledky nepostačují, lze provést další analýzu [1] získaných výsledků a nebo provést srovnání některou z dalších metod, například SAFMEA (Statistická vícekritériální analýza způsobů a následků poruch) [1]

Praktický postup

V praktickém případě bylo provedeno hodnocení stávajících objektů s tím, že byly vybrány převážně kritéria se shodným stupně závažnosti Sv, tedy se stejnou váhou různých kritérií.

Objekty byly podrobeny vizuálnímu posouzení. Jednalo se o objekty uvedené v tabulce a na obrázku 4. Hodnocení je provedeno bodově.

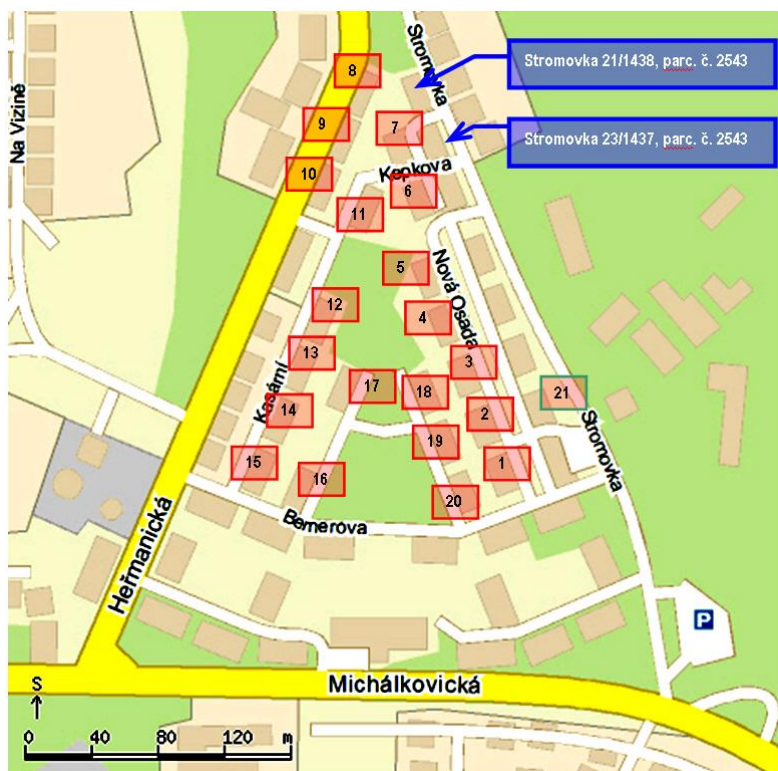
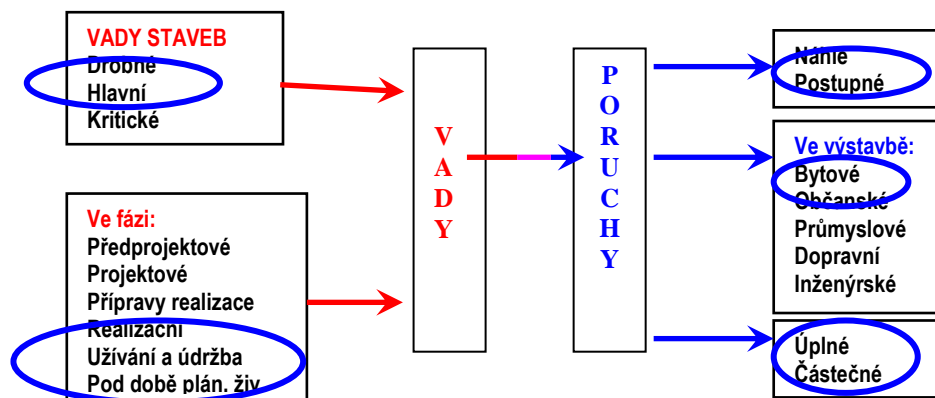
Vizuálně je posuzován každý z 21 obytných domů. Posuzovány jsou zejména znaky související se statickou způsobilostí domu se zvláštním zřetelem na nosné stěny 1.PP. Celkové hodnocení bez respektování váhy jednotlivých faktorů je uvedeno na obr. 5.



Obr 3 Celkový pohled na bytový dům Stromovka 21/1438

Pořadí jednotlivých bytových domů co do zachovalosti konstrukce je znázorněno v tabulce na obr. 5, číslování domů je zřejmé z obr. 4. Na základě tohoto pořadí je provedena „korekce“ představující respektování vizuálního stavu konstrukcí stěn 1.PP. Je třeba zdůraznit, že vizuální hodnocení nemusí být v souladu s dodatečně provedeným měřením pevnosti, a tedy se statickým stavem konstrukce.

Je jen ekonomickým ukazatelem náročnosti případné opravy bez respektování skutečného statického stavu. Tento je spolehlivě zjištěitelný pouze a jen destruktivně.



Obr. 4 Posuzované objekty – červeně-riziková analýza, modře-laboratorní zkoušky

Pořadové číslo objektu	Pořadí	ulice	Č. pop.	Č. or.	hodnocení									
					sokl	Vněj. omítka	chodba	Plisť 1.NP	Schodišťový prostor	1.PP. podlahy	1.PP stěny	Strop nad 1.PP	Plisť 1.PP	CELKEM
1	-	Nová Osada	1468	2	2	1	Nepřístupný							
2	10	Nová Osada	1466	4	3	1	2	2	2	2	3	2	3	2,22
3	4-5	Nová Osada	1463	6	2	1	2	1	2	3	2	2	2	1,89
4	4-5	Nová Osada	1461	8	2	1	2	1	1	2	3	3	2	1,89
5	13-15	Nová Osada	1459	10	2	2	3	3	2	2	3	2	3	2,44
6	16-17	Nová Osada	1440	7	3	2	3	3	2	2	3	2	3	2,56
7	18	Nová Osada	1441	5	2	3	3	3	3	3	3	3	3	2,89
8	13-15	Heřmanická	1444	30	2	2	3	3	2	3	3	2	2	2,44
9	7-9	Heřmanická	1443	28	1	2	2	2	2	2	3	2	3	2,11
10	1	Heřmanická	1442	26	1	1	1	2	1	2	2	2	3	1,67
11	6	Kepkova	1465	3	2	2	3	3	2	1	2	2	1	2,00
12	11-12	Kasární	1458	7	2	1	2	2	3	3	3	2	3	2,33
13	11-12	Kasární	1474	5	1	2	3	3	3	2	2	2	3	2,33
14	13-15	Kasární	1476	3	3	3	2	2	2	2	3	2	3	2,44
15	16-17	Kasární	1478	1	3	3	2	2	3	3	3	2	2	2,56
16	-	Kasární	1477	2	3	1	Nepřístupný							
17	2-3	Kasární	1473	6	3	1	2	2	3	2	1	1	1	1,78
18	7-9	Nová Osada	1470	5	3	2	2	2	2	2	2	2	2	2,11
19	7-9	Nová Osada	1471	3	3	3	2	1	2	2	3	2	1	2,11
20	-	Nová Osada	1472	1	3	3	2	2	1	Nepřístupný				
21	2-3	Stromovka	1467	11	3	2	1	1	1	2	2	3	1	1,78

Obr. 5 Celkový pohled na bytový dům Stromovka 21/1438

Literatura

- [1] Tichý, M. (2006): Ovládání rizika, analýza a management. Praha 2006, vydavatelství C.H.Beck, ISBN: 80-7179-415-5
- [2] Kubečka, K., Krejsa, M. a Jonov, D. (2006): Rizika modelování nosných konstrukcí střech. Mezinárodní konference Modelování v mechanice, VŠB-TU Ostrava, Fakulta stavební, Katedra stavební mechaniky 1.-2. února 2006, ISBN 80-248-1035-2, strana 41.
- [3] Kubečka, K. (2006): Rizika staveb, Sympozjum Trwałość Materiałów i Konstrukcji Budowlanych, ROCZNIKI INŻYNIERII BUDOWLANEJ – ZESZYT 6/2006, Komisja Inżynierii Budowlanej Oddział Polskiej Akademii Nauk w Katowicach. Kamień Śląski 20-22.06.2006 (bez ISBN)
- [4] Kubečka, K. (2006): Risks of Residential Buildings, Mezinárodní konference ENHR, Ljubljana, Slovinsko, VII/2006.
- [5] Kubečka, K. (2007): Znalecký posudek ZP-285/2007 Posouzení bytových domů Stromovka 21/1438 a 23/1437, parc. č. 2542, k. ú. Slezská Ostrava, provedení destruktivních zkoušek pevnosti betonů a zpracování posouzení stávajícího stavu okolních bytových domů vč. návrhu týkající se možnosti rekonstrukce a její ekonomické výhodnosti.

- [6] Kubečka, K., (2008): Riziková analýza jako alternativní rozhodovací metoda ve znalecké praxi. XVII. Mezinárodní vědecká konference soudního inženýrství Brno, 25.–26.1.2008. Sborník příspěvků XVII. Konference a CD. ISBN, 978-80-7204-491-7.